

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動部材と、通信手段と、
上記通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信手段と、
上記受信手段が受信した上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段と、
上記パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて上記駆動部材の駆動を制御する動作制御手段とを備えることを特徴とするロボット装置。

【請求項 2】 上記多重化動作情報を構成するパート動作情報は、複数種類のロボット装置において動作可能とするような抽象的な動作表現によって記述されており、
上記動作制御手段は、上記パート動作情報を翻訳して制御信号を得て、この制御信号に基づいて上記駆動部材の駆動を制御することを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 3】 上記抽象的な動作表現は、目的動作の特徴点によって表現されていることを特徴とする請求項 2 記載のロボット装置。

【請求項 4】 パートの担当を決定するパート担当決定手段を備えており、
上記パート動作情報抽出手段は、上記パート担当決定手段によるパートの担当の決定に基づいて、上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出することを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 5】 上記パート担当決定手段は、上記通信手段を介して他のロボット装置から送信されてきたパート担当決定情報に基づいて自己のパートの担当を決定することを特徴とする請求項 4 記載のロボット装置。

【請求項 6】 ロボット装置に関するロボット装置関連情報を参照して、上記受信手段が受信した上記多重化動作情報における自己が実行可能なパート動作情報に優先順位を付した情報を示す実行可能パート情報を作成する実行可能パート情報作成手段を備えており、上記通信手段を介して他のロボット装置に上記実行可能パート情報を送信し、
上記パート担当決定手段は、上記他のロボット装置から上記実行可能パート情報に対応して返送されてきた上記パート担当決定情報を上記通信手段を介して受信して、上記パート担当決定情報に基づいて自己のパートの担当を決定することを特徴とする請求項 5 記載のロボット装置。

【請求項 7】 上記ロボット装置関連情報には、他のロボット装置に関する情報又は記憶手段に記憶されている自己の特性情報が少なくとも含まれることを特徴とする請求項 6 記載のロボット装置。

【請求項 8】 上記特性情報には、少なくとも自己の仕様、動作能力及び性能能力が含まれていることを特徴とする請求項 7 記載のロボット装置。

【請求項 9】 上記他のロボット装置に関する情報は、上記通信手段を使用した他のロボット装置との通信により得られ、上記他のロボット装置に関する情報には、そのロボット装置の仕様及び動作能力に関する情報が含まれていることを特徴とする請求項 7 記載のロボット装置。

【請求項 10】 外部環境の情報を検出する外部情報検出手段と、
上記外部情報検出手段が検出した外部環境情報から上記他のロボット装置に関する情報を検出する関連情報検出手段とを備えることを特徴とする請求項 7 記載のロボット装置。

【請求項 11】 上記他のロボット装置に関する情報が予め記憶される記憶手段を備えており、
上記実行可能パート情報作成手段は、上記記憶手段に予め記憶されている上記他のロボット装置に関する情報によって、上記実行可能パート情報を作成することを特徴とする請求項 10 記載のロボット装置。

【請求項 12】 上記他のロボット装置に関する情報は、自己の周囲に存在する上記他のロボット装置の数であることを特徴とする請求項 7 記載のロボット装置。

【請求項 13】 自己の特性を示す特性情報が記憶される記憶手段と、上記記憶手段に記憶されている上記特性情報を参照して、上記受信手段が受信した上記多重化動作情報における自己が実行可能なパート動作情報に優先順位を付した情報を示す実行可能パート情報を作成する実行可能パート情報作成手段と、他のロボット装置から、当該他のロボット装置の上記実行可能パート情報を上記通信手段を介して受信し、この実行可能パート情報に基づいて、パートの担当を決定して、決定して得たパート担当決定情報を他のロボット装置に送信するパート担当決定手段とを備えることを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 14】 上記特性情報には、上記他のロボット装置の少なくとも自己の仕様、動作能力及び性能能力が含まれていることを特徴とする請求項 13 記載のロボット装置。

【請求項 15】 一の音楽情報が分割されて多重化され、分割された各音楽データに付加されている補助情報を上記通信手段を介して受信しており、
上記動作制御手段は、上記パート動作情報に基づく上記駆動部材の駆動を、上記通信手段を介して実時間で受信される上記補助情報に同期して制御することを特徴とする請求項 1 記載のロボット装置。

【請求項 16】 上記補助情報は、デジタルオーディオデータに付加される M I D I (Musical Instrument Digital Interface) 信号であることを特徴とする請求項 15 記載のロボット装置。

【請求項 17】 ロボット装置により、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信

する受信工程と、

上記受信工程にて受信した上記多重化動作情報から上記ロボット装置が自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、

上記パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいて上記ロボット装置の駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とを有することを特徴とするロボット装置の動作制御方法。

【請求項 18】 上記多重化動作情報を構成するパート動作情報は、複数種類のロボット装置において動作可能とするような抽象的な動作表現によって記述されており、

上記動作制御工程では、上記パート動作情報を翻訳して制御信号を得て、この制御信号に基づいて上記駆動部材の駆動を制御することを特徴とする請求項 17 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 19】 上記抽象的な動作表現は、目的動作の特徴点によって表現されていることを特徴とする請求項 18 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 20】 パートの担当を決定するパート担当決定工程を有しており、

上記パート動作情報抽出工程は、上記パート担当決定工程によるパートの担当の決定に基づいて、上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出することを特徴とする請求項 17 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 21】 上記パート担当決定工程では、通信手段を介して他のロボット装置から送信されてきたパート担当決定情報に基づいて自己のパートの担当を決定することを特徴とする請求項 20 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 22】 ロボット装置に関するロボット装置関連情報を参照して、上記受信工程にて受信した上記多重化動作情報における自己が実行可能なパート動作情報に優先順位を付した情報を示す実行可能パート情報を作成する実行可能パート情報作成工程と、

上記実行可能パート情報作成工程にて作成した上記実行可能パート情報を通信手段を介して他のロボット装置に送信する送信工程とを有しており、

上記パート担当決定工程では、上記送信工程にて上記他のロボット装置に送信した上記実行可能パート情報に対応して返送されてきた上記パート担当決定情報を通信手段を介して受信して、上記パート担当決定情報に基づいて自己のパートの担当を決定することを特徴とする請求項 21 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 23】 上記ロボット装置関連情報には、他のロボット装置に関する情報又は記憶手段に記憶されている自己の特性情報が少なくとも含まれることを特徴とする請求項 22 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 24】 上記特性情報には、少なくとも自己の仕様、動作能力及び性能能力が含まれていることを特徴

とする請求項 23 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 25】 上記他のロボット装置に関する情報は、通信手段を使用した他のロボット装置との通信により得られ、上記他のロボット装置に関する情報には、そのロボット装置の仕様及び動作能力に関する情報が含まれていることを特徴とする請求項 23 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 26】 外部環境の情報を検出する外部情報検出工程と、

上記外部情報検出工程にて検出した外部環境情報から上記他のロボット装置に関する情報を検出する関連情報検出工程とを有することを特徴とする請求項 23 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 27】 上記他のロボット装置に関する情報を記憶手段に予め記憶する記憶工程を有しており、上記実行可能パート情報作成工程では、上記記憶工程にて記憶手段に予め記憶されている上記他のロボット装置に関する情報によって、実行可能パート情報を作成することを特徴とする請求項 26 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 28】 上記他のロボット装置に関する情報は、自己の周囲に存在する上記他のロボット装置の数であることを特徴とする請求項 23 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 29】 一の音楽情報が分割されて多重化され、分割された各音楽データに付加されている補助情報を通信手段を介して受信する受信工程を有しており、上記動作制御工程では、上記パート動作情報に基づく上記駆動部材の駆動を、上記通信手段を介して実時間で受信される上記補助情報に同期して制御することを特徴とする請求項 17 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 30】 上記補助情報は、デジタルオーディオデータに付加される M I D I (Musical Instrument Digital Interface) 信号であることを特徴とする請求項 29 記載のロボット装置の動作制御方法。

【請求項 31】 通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、上記受信工程にて受信した上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、

上記パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とをロボット装置に実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 32】 通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、上記受信工程にて受信した上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、上記パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情

報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とをロボット装置に実行させるプログラムが記録されることを特徴とする記録媒体。

【請求項 33】 複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を放送する放送手段と、駆動部材と、通信手段と、上記通信手段を介して多重化動作情報を受信する受信手段と、上記受信手段が受信した上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段と、上記パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて上記駆動部材の駆動を制御する動作制御手段とを備える複数のロボット装置とを備えることを特徴とするロボット装置の制御システム。

【請求項 34】 上記多重化動作情報を構成するパート動作情報は、複数種類のロボット装置において動作可能とするような抽象的な動作表現によって記述されており、

上記動作制御手段は、上記パート動作情報を翻訳して制御信号を得て、この制御信号に基づいて上記駆動部材の駆動を制御することを特徴とする請求項 33 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 35】 上記抽象的な動作表現は、目的動作の特徴点によって表現されていることを特徴とする請求項 34 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 36】 上記複数のロボット装置のうちのロボット装置がマスターのロボット装置であり、その他のロボット装置がスレーブのロボット装置であり、上記スレーブのロボット装置は、ロボット装置に関するロボット装置関連情報を参照して、上記受信手段が受信した上記多重化動作情報における自己が実行可能なパート動作情報に優先順位を付した情報を示す実行可能パート情報を作成する実行可能パート情報作成手段と、上記通信手段を介して上記マスターのロボット装置から送信されてきたパート担当決定情報に基づいて自己のパートの担当を決定するパート担当決定手段とを備え、上記マスターのロボット装置は、上記スレーブのロボット装置と同じ実行可能パート情報作成手段と、上記スレーブのロボット装置から、当該スレーブのロボット装置の上記実行可能パート情報を上記通信手段を介して受信し、この実行可能パート情報及び自己のパート情報作成手段が作成した実行可能パート情報に基づいて、全てのロボット装置のパートの担当を決定して、決定して得たパート担当決定情報をスレーブのロボット装置に送信するパート担当決定手段とを備え、上記スレーブのロボット装置の上記パート動作情報抽出手段は、自己の上記パート担当決定手段によるパートの担当の決定に基づいて、上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出し、上記マスターのロボット装置のパート動作情報抽出手段は、自己の上記パート担当決定手段が決定したパート担

当決定情報の自己のパートの担当を決定して、その決定に基づいて、上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出することを特徴とする請求項 33 記載のロボット装置の動作制御システム。

【請求項 37】 上記ロボット装置関連情報には、他のロボット装置に関する情報又は記憶手段に記憶されている自己の特性情報が少なくとも含まれることを特徴とする請求項 36 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 38】 上記特性情報には、少なくとも自己の仕様、動作能力及び性能能力が含まれていることを特徴とする請求項 37 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 39】 上記他のロボット装置に関する情報は、上記通信手段を使用した他のロボット装置との通信により得られ、上記他のロボット装置に関する情報には、そのロボット装置の仕様及び動作能力に関する情報が含まれていることを特徴とする請求項 38 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 40】 上記各ロボット装置は、外部環境の情報を検出する外部情報検出手段と、上記外部情報検出手段が検出した外部環境情報から上記他のロボット装置に関する情報を検出する関連情報検出手段とを備えることを特徴とする請求項 38 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 41】 上記各ロボット装置は、上記他のロボット装置に関する情報が予め記憶される記憶手段を備えており、

上記実行可能パート情報作成手段は、上記記憶手段に予め記憶されている上記他のロボット装置に関する情報によって、上記実行可能パート情報を作成することを特徴とする請求項 40 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 42】 上記他のロボット装置に関する情報は、自己の周囲に存在する上記他のロボット装置の数であることを特徴とする請求項 38 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 43】 各ロボット装置は、一の音楽情報が分割されて多重化され、分割された各音楽データに付加されている補助情報を上記通信手段を介して受信しており、

上記動作制御手段は、上記パート動作情報に基づく上記駆動部材の駆動を、上記通信手段を介して実時間で受信される上記補助情報に同期して制御することを特徴とする請求項 33 記載のロボット装置の制御システム。

【請求項 44】 上記補助情報は、デジタルオーディオデータに付加される M I D I (Musical Instrument Digital Interface) 信号であることを特徴とする請求項 43 記載のロボット装置の制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ロボット装置、ロボット装置の動作制御方法、ロボット装置の制御システ

ム、そのようなロボット装置の動作を制御するためのプログラム及びそのようなプログラムが記録される記録媒体に関し、詳しくは、他のロボット装置との協調動作に好適なロボット装置、ロボット装置の動作制御方法、ロボット装置の制御システム、そのようなロボット装置の動作を制御するためのプログラム及びそのようなプログラムが記録される記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、楽器を演奏するロボット装置や音楽に合わせて踊るロボット装置が提案されている。

【0003】楽器を演奏するロボット装置としては、ピアノなどの楽器の操作部に、アクチュエータなどの駆動手段を組み込んで、この駆動手段を制御することにより、楽器の生演奏を行うシステムによるものがある。

【0004】また、このようなシステムは楽器の演奏動作を行う演奏動作玩具に適用したものもあり、演奏動作玩具としては、音楽データに付加されている楽器の演奏を行うための演奏情報を利用して、演奏動作するものがある。さらに、複数の演奏動作玩具が、各パート毎に楽器に演奏動作を行うものもある。ここで、音楽データに付加される楽器の演奏情報としては、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) 信号等が挙げられる。

【0005】演奏動作玩具は、例えば、MIDI 信号等の楽器の演奏情報を復調する手段と、演奏情報（例えば、MIDI 信号中、特定のチャンネルのノートオン信号及びそのノート信号）を擬似動作情報に変換する手段と、擬似動作情報に応じて動作する駆動手段を備えている。さらに、複数の演奏動作玩具と同期して演奏を行うために、これら複数の演奏動作玩具は、ケーブル等の物理的な情報伝達手段によって接続されている。

【0006】複数の演奏動作玩具により演奏を行う場合には、演奏情報中の特定のチャンネル（パート）を各装置に割り当てられて、複数の演奏動作玩具がそれぞれ独立な演奏動作を行うようにしている。これにより、複数の演奏動作玩具が協調して、演奏動作を行うようになされている。例えば、このような演奏動作玩具としては、特許2725528号に開示されている技術によるものがある。

【0007】一方、近年、協調動作を行う二足歩行或いは四足歩行のロボット装置が提案されている。このようなロボット装置としては、図12に示すように、二足歩行とされて、外観が略人間に模した形状とされたロボット装置や、図13に示すように、四足歩行とされて、外観が略動物の形状に模した形状となされた、いわゆるペット型ロボット装置がある。

図14及び図15には、二足歩行のロボット装置による協調動作（例えば、協調ダンス）の一場面を示している。このような協調動作は、各ロボット装置に予め割り振られたパートを、各ロボット装置が音楽に合わせて再生するこ

とにより実現される。近年では、ロボット装置は、このように他のロボット装置と協調動作することが可能とされており、よりエンターテインメント性が高いものとなってきている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したように、協調動作のために割り当てられたチャンネル（MIDIチャンネル）は、演奏動作玩具の種類によって決定されていた。そして、この割り当ては、その場にある演奏動作玩具の台数やその特性に応じて変更可能であるが、自動的に行われるのではなく、予め人間によって設定されていた。このようなことから、演奏動作玩具の種類や台数が増える等、演奏を実行させようとする状況が複雑になればなるほど、適切な設定を行うのは非常に難しくなる。

【0009】また、演奏動作玩具の動作は、人間が事前に設定した割り当て通りであり、割り当てを変更しない限り、毎回同じであった。看者にとっては、予想通りの結果が毎回繰り返されることは、エンターテインメント性が高いとは言い難い。以上のようなことは、従来の二足歩行或いは四足歩行のロボット装置についても同様に言える。

【0010】そこで、本発明は、上述の実情に鑑みてなされたものであり、その場に応じた協調動作の実行を可能とするロボット装置、ロボット装置の動作制御方法、ロボット装置の制御システム、プログラム及び記録媒体の提供を目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係るロボット装置は、上述の課題を解決するために、駆動部材と、通信手段と、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信手段と、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段と、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御手段とを備える。

【0012】このような構成を備えるロボット装置は、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信手段により受信し、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報をパート動作情報抽出手段により抽出し、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を動作制御手段により制御する。これにより、ロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させる。

【0013】また、本発明に係るロボット装置の動作制御方法は、上述の課題を解決するために、ロボット装置により、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、受信工程にて受信した多重化動作情報からロボット装置が自己のパー

ト動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいてロボット装置の駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とを有する。このようなロボット装置の動作制御方法は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、ロボット装置に動作を出現させる。

【0014】また、本発明に係るプログラムは、上述の課題を解決するために、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、受信工程にて受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とをロボット装置に実行させるものである。このようなプログラムにより動作を制御するロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させる。

【0015】また、本発明に係る記録媒体は、上述の課題を解決するために、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、受信工程にて受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とをロボット装置に実行させるプログラムが記録されている。このような記録媒体に記録されたプログラムにより動作を制御するロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させる。

【0016】また、本発明に係るロボット装置の制御システムは、上述の課題を解決するために、複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を放送する放送手段を備える。また、ロボット装置の制御システムは、駆動部材と、通信手段と、通信手段を介して多重化動作情報を受信する受信手段と、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段と、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御手段とを備える複数のロボット装置を備える。

【0017】このような構成を備えるロボット装置の制御システムは、複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を放送手段により放送し、ロボット装置が、通信手段を介して多重化動作情報を受信手段により受信し、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報をパート動作情報抽出手段により抽出し、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を動作制御手段により制御する。これにより、ロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動

作を出現させる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。この実施の形態は、本発明を、脚部或いは腕部等の動作部を有するロボット装置に適用したものである。ロボット装置としては、例えば、図12及び図13に示したような4足歩行のロボット装置（以下、動物型ロボット装置という。）や二足歩行のロボット装置（以下、人間型ロボット装置という。）が挙げられる。本発明の適用により、基本構造において異なるロボット装置が互いに協調動作をすることができるようになる。

【0019】協調動作を実行するための構造として、種々のロボット装置は、図1に示すような構成部分をそれぞれが有している。図1に示すように、ロボット装置10aは、ダンス信号受信部11、ダンス信号解析部12、ダンスパート決定部13、モーションセクタ14、モーションコントローラ15、駆動部16、データベース17、転送検出部18、環境認識処理部19、センサ部20及び通信部21を備えている。

【0020】このような構成によりロボット装置（以下、第1のロボット装置という。）10aは、他のロボット装置（以下、第2のロボット装置という。）10bと協調動作することができるようになされている。ここで、第2のロボット装置10bについては、図1に示すような第1のロボット装置10aの構成部を同様に有している。第1のロボット装置は、例えば、図12に示した人間型ロボット装置であり、第2のロボット装置は、例えば、図13に示した動物型ロボット装置である。以下、第1のロボット装置10aを代表として説明する。

【0021】このようなロボット装置10aの構成において、駆動部16は駆動部材を構成し、通信部21は通信手段を構成し、ダンス信号受信部11は、通信手段（例えば、通信部21）を介して、又はケーブル等により入力される複数のパート動作情報からなる多重化動作情報とされるダンス信号を受信する受信手段を構成し、ダンス信号解析部12及びモーションセクタ14は、ダンス信号受信部11が受信したダンス信号から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段を構成し、モーションコントローラ15は、ダンス信号解析部12及びモーションセクタ14によって抽出されたパート動作情報に基づいて駆動部16の駆動を制御する動作制御手段を構成している。

【0022】ロボット装置10aは、上述のような構成により、割り当てられた動作を行うこと、及びダンスパートの決定を行うことができるようになる。上述のような構成において、ダンス信号受信部11、ダンス信号解析部12、モーションセクタ14、モーションコントローラ15及び駆動部16が割り当てられた動作を行うための部分を構成し、また、ダンスパート決定部13、

データベース17、環境認識部19、センサ部20及び通信部21がダンスパートの決定を行う部分を構成する。ロボット装置10aは、このようにダンスパートの決定がなされ、自己が担当するパートの動作情報を把握（受信）することで、パートに割り当てられた動作情報に基づく動作を、音楽情報に付加されてくる例えば、MIDI信号等の補助情報に同期させて実行している。そして、全てのロボット装置がMIDI等の補助信号に同期して動作することにより、看者は、それらロボット装置を動作を協調動作として観ることができるようになる。以下、ロボット装置10aの各部の詳細について説明する。

【0023】ダンス信号受信部11は、ダンス信号を受信を行う。例えば、ダンス信号受信部11は、他の信号からダンス信号を選別して受信する。ダンス信号受信部11により受信されたダンス信号は、ダンス信号解析部12に入力される。また、ダンス信号受信部11へのダンス信号の送信については、放送局（或いは放送端末）による放送により実現することができる。或いは、ケーブル等のデジタル信号ラインによりデジタル信号を送信することで実現することもできる。

【0024】ダンス信号解析部12は、ダンス信号の解析を行う。ダンス信号は、次のように構成されている。

【0025】ダンス信号には、複数の動作情報（例えば、ダンス動作を実行するための情報）がチャンネル毎に多重化されて入っている。すなわち、図2中（A）に示すように、ダンス信号は、独立した動作情報がパート1、パート2、パート3、・・・とされて、複数チャンネルを構成している。また、各パートについての動作情報については、図2中（B）に示すように、当該パートのモーションに関するモーション情報（パート動作情報）及びそのモーションを実行可能なロボット装置の種類に関する実行可能ロボット種別情報によって構成されている。パート動作情報は、該当するロボット装置が動作をするための情報であり、実行可能ロボット種別情報は、ロボット装置が自己が実行可能なパートを決定するために参照する情報である。これら情報については後で詳述する。

【0026】ダンス信号解析部12は、このような各パートの動作情報が多重化されているダンス信号を、一意に完全に復元（或いは復調）する。ダンス信号解析部12は、復元したダンス信号を、モーションセクタ14に出力する。

【0027】モーションセクタ14は、入力されたダンス信号を登録されているデータによって分類して、その中の該当するパートのモーション情報を選択する。このようなモーションセクタ14により、各ロボット装置は、ダンス信号中の複数のモーション情報から自己のモーション情報（担当するモーション情報）を選択するようになる。モーションセクタ14は、パート動作

情報とされる選択したモーション情報をモーションコントローラ15に送る。

【0028】ここで、ダンス信号を分類するための登録されているデータとは、後述するダンスパート決定部13によって得られてるパートデータである。このデータは、モーションセクタ14のパートレジスタにおいて記録される。ダンスパート決定部13によるパートデータの取得については後で詳述する。

【0029】モーションコントローラ15では、モーション情報に基づいて、駆動部16の制御を行う。

【0030】ここで、モーション情報は、複数種類のロボット装置において動作可能とするような抽象的な動作表現によって記述されている。例えば、「腕を右上に上げる」といったような抽象的な動作表現によって記述されている。さらに、そのような動作表現は、目的動作の特徴点によって表現されている。例えば、その動作の本質（特徴点）としては指先を所定の軌道上（例えば、右上方向に向かって描かれる軌道上）を移動させるような場合があり、この結果として、動作全体としては腕を右上に上げるような動作にみえる場合があるからである。このような場合、動作表現を、「指先が所定の軌道上を移動させる」といったようにする。

【0031】このように、モーション情報は、多くのロボット装置において理解可能或いは動作可能とされるように、より抽象的な表現として記述されており、モーションコントローラ15は、このようなモーション情報を下位の制御部が理解できるようにいわゆる翻訳をして、制御信号に置き換えて、駆動部16の制御を行うようになる。

【0032】駆動部16は、ロボット装置を駆動させるための部分である。駆動部16は、例えば、複数の駆動部16₁、16₂、16₃、・・・、16_mから構成されている。例えば、駆動部16₁、16₂、16₃、・・・、16_mはモータによって駆動される駆動部材である。例えば、ロボット装置が動物或いは人間に模した形状とされている場合には、駆動部は、右足（脚）、左（脚）、右手（腕）等である。

【0033】モーションコントローラ15は、駆動手段16を構成する各駆動部16₁、16₂、16₃、・・・、16_mを制御する。例えば、モーション情報が、腕を右上に上げるような情報からなるときは、モーションコントローラ15は、腕を右上に上げる動作が再現されるように、腕を駆動する駆動部を適宜制御する。

【0034】ここで、複数のロボット装置それぞれについて考えた場合には、各ロボット装置は、種々の構成とされている。このようなことから、各ロボット装置では、それぞれのモーションコントローラ15が、それぞれ担当のパートのモーション情報に基づいて駆動部を制御して動作が出現されるようになる。例えば、人間型ロボット装置には、尻尾部はないが、動物型ロボット装置

には、尻尾部がある場合がある。この場合、動物型ロボット装置において尻尾によって動作が表現されるようになる。

【0035】そして、各ロボット装置それぞれにおいて、後述するように、音楽情報の付属情報とされるMIDI信号に同期して、担当パートの動作を出現させるようになる。これにより、看者は、種々のロボット装置による協調動作を鑑賞できるようになる。

【0036】以上が、ダンス信号に基づいて担当するパートの動作の実行のために各ロボット装置10aが備える構成部分について説明である。次にこのように各ロボット装置において動作を実行させるための各パートの決定のための構成部分について説明する。

【0037】センサ部20は、外部環境の情報の検出を外部情報検出手段とされている。センサ部20は、例えば、複数の外界センサ20₁、20₂、20₃、・・・、20_pから構成されている。例えば、外界センサは、ロボット装置10aの視覚を構成するCCD(Charge Coupled Device)、物体間の距離を計測するための距離センサ(例えば、PSD)、ロボット装置10aの聴覚を構成するマイク、ロボット装置10aの触覚を構成する接触センサ(或いは感圧センサ)等である。このセンサ部20によって検出された信号は、環境認識処理部19に出力される。

【0038】環境認識処理部19は、センサ部20からの検出信号に基づいて、自己のロボット装置10aの環境認識を行う。具体的には、環境認識処理部19は、センサ部20により得た検出信号から外部環境についての情報を意味のある情報として獲得する。外部環境の情報としては、他のロボット装置に関する情報や周囲の状況等の情報がある。

【0039】例えば、他のロボット装置に関する情報としては、他のロボット装置の台数やその仕様及び動作能力に関する情報が挙げられる。環境認識処理部19は、このような他のロボット装置に関する情報をデータベース部17の外部環境データベース17₁に蓄積する。また、環境認識処理部19は、周囲の状況等の情報を環境地図等として外部環境データベース17₁に蓄積する。

【0040】データベース部17は、上述の外部環境データベース17₁及び仕様データベース17₂によって構成されている。仕様データベース17₂には、ロボット装置10a自身の仕様、運動能力、及び性能情報等の自己の特性情報によって構成されている。例えば、自己の仕様とは、ロボット装置の仕様を示す情報である。具体的には、腕或いは脚等の可動部についての数の情報が挙げられる。また、運動能力とは、実行可能な動作についての情報である。具体的には、腕或いは脚等の可動部について駆動パターン等が挙げられる。また、性能能力とは、自己の動作性能についての情報である。

【0041】ダンスパート決定部13は、このようなデ

ータベース部17に蓄積されている情報に基づいて、ダンスパートの決定を行う。ダンスパート決定部13は、自己のダンスパートや他のロボット装置のダンスパートを、データベース部17に蓄積されている情報に基づいて決定する。

【0042】本発明は、複数のロボット装置による協調動作の実現を目的としており、一のロボット装置がマスター(すなわちリーダー)とされ、その他のロボット装置がスレーブとされることを前提としている。

【0043】リーダーとされた場合には、ロボット装置10aにおいて他のロボット装置のダンスパートの決定をし、また、スレーブとされた場合には、ロボット装置10aは、リーダーのロボット装置から送信されてくる割り振られた担当するパートの情報に基づいて自己のダンスパートを決定(認識)しており、ダンスパート決定部13は、このような処理を行う。

【0044】先ず、リーダー及びスレーブに関係なく、全てのロボット装置はこのダンスパート決定部13により、ダンス信号解析部12により得たダンス信号に基づいて、自己が実行可能なパートの情報を得ている。

【0045】さらに、ロボット装置10aがリーダーである場合には、ダンスパート決定部13は、他のロボット装置から送信(例えば、放送、ブロードキャスト)されてくる他のロボット装置が実行可能なパートの情報に基づいて、全てのロボット装置のダンスパートの決定をする。そして、ダンスパート決定部13は、他のロボット装置のダンスパートについては、担当パート情報として送信(例えば、放送、ブロードキャスト)する。また、ダンスパート決定部13は、自己のダンスパートについては、その決定した自己のダンスパートをモーションセレクト14のパートレジスタに登録する。

【0046】ここで、通信部21は、外部機器との通信を行う部分であり、この通信部21を介して、外部機器として認識される他のロボット装置(第2のロボット装置10b)から実行可能なパートの情報を得て、この情報を外部環境データベース17₁に蓄積する。通信部21としては、いわゆるPC(Personal Computer)カードを利用した無線通信手段が挙げられる。また、ケーブル等を用いた有線通信手段としてもよい。

【0047】なお、上述したように、外部環境データベース17₁に蓄積される他のロボット装置に関する情報(例えば、台数、仕様或いは動作能力)はセンサ部20を介して得ているが、これに限定されるものではなく、このような通信部21を使用して他のロボット装置との間で通信を行うことにより得て、これにより得た情報を、他のロボット装置に関する情報として、外部環境データベース17₁に蓄積することもできる。一方、ロボット装置10aがスレーブである場合には、ダンスパート決定部13は、他のロボット装置(リーダーのロボット装置)に実行可能パートを送信して、それに対応して返

信（例えば、放送、ブロードキャスト）されてくる担当パートに基づいて、自己のダンスパートをモーションセレクト14のパートレジスタに登録する。

【0048】このようにダンスパート決定部13は、ロボット装置10aがリーダーである場合と、ロボット装置10aがスレーブである場合において異なる機能をなすように構成されている。

【0049】なお、ロボット装置10aに行う実行可能なパートの情報の作成や、ロボット装置10aがリーダーである場合に行う他のロボット装置から送信されてくる実行可能なパートの情報に基づく全てのロボット装置のダンスパートの決定（担当パート情報）等の手順については、後で詳述する。

【0050】上述のモーションセレクト14は、このダンスパート決定部13によって決定されたパートレジスタに登録されたパートについての、ダンス信号からのモーション情報の選択を行う。ここで、登録されるパートについては、自己（リーダーとされた自己）が決定したものであったり、他のロボット装置（リーダーのロボット装置）によって決定されたものである。このモーションセレクト14では、上述したように、選択したモーション情報をモーションコントローラ15に送る。

【0051】また、ロボット装置10aは転倒検出部18を備えている。転倒検出部18は、ロボット装置10a自身の転倒の検出を行う。この場合、モーションコントローラ15は、転倒検出部18からの転倒検出による転倒信号を検出して、それに応じた転倒復帰のためのコマンドを駆動手段16に出力して、ダンスモードから転倒復帰モードに変更する。これにより、ロボット装置10aは、転倒復帰の動作を、実行中の協調動作よりも優先させて実行する。

【0052】ロボット装置10aは、通常動作（自律動作）の場合においては、動作プログラムの内容が転倒しないような内容とされて構成されており、このような動作プログラムの実行によって動作がなされている。しかし、協調動作においては、ロボット装置10aは、ダンス信号として送られてくる動作情報に基づいて動作するようになる。よって、実行すれば姿勢のバランスを崩して転倒するような動作情報がダンス信号として送信されてきた場合、ロボット装置10aは転倒してしまう場合がある。このような場合、転倒検出部18によって転倒の検出をして、ダンス信号による動作に優先して、転倒復帰の動作を出現させることができる。

【0053】例えば、ロボット装置は、通常モードにおいて転倒した場合に転倒を復帰させるための動作を備えている場合もあり、このような場合には、ロボット装置は、転倒を検出したときに、単に通常モードに変更するだけで転倒復帰の動作を出現させることができるようになる。

【0054】以上のような各部によってロボット装置1

0aが構成されている。図3には、ロボット装置10aにおけるダンス信号の受信の際の処理手順を示している。

【0055】ロボット装置10aでは、ステップS1において、ダンス信号受信部11により多重化されたダンス信号が受信を開始し、続くステップS2において、ダンス信号解析器によりダンス信号の分離及び復調を行う。例えば、このダンス信号の分離及び復調により、復調されたダンス信号がパート1～パートNについてのものとする。

【0056】ロボット装置10aは、ダンスパート1～Nの中で、ステップS3において、実行可能なパートを判断する。ここで、ロボット装置10aは、自己が可能なパートがある場合には、ダンス可能なパートを配列した情報（以下、ダンス可能パート配列情報という。）を記憶手段に格納する。具体的には、自己がダンス可能パート配列情報を次のように決定している。

【0057】上述したように、仕様データベース17₂には、自己の特性情報としてのロボット装置10a自身の仕様、運動能力及び性能情報等が格納されている。そして、外部環境データベース17₁には、他のロボット装置に関する情報（例えば、台数、仕様或いは運動能力）が蓄積されている。ダンスパート決定部13は、これら特性情報や他のロボット装置に関する情報を参照して、ダンス解析部12により得られたダンス信号についての各パートの動作情報に付加されている図2中（B）に示した各パートの実行可能ロボット種別情報に基づいて、各パートについてロボット装置10aが実行可能か否かを判別する。

【0058】そして、実行可能であるパートは、配列情報とされるダンス可能パート配列情報として生成される。例えば、ダンス可能パートの配列は、[3, N, 2,]といったような配列である。そして、このダンスパートの配列は優先順に配列されている。この例においては、「3」、「N」、「2」の順番で優先順位が決定されている。例えば、このようなダンスパートの優先順位は、得意のダンスパートの順として決定されている。このようにダンスパート決定部13による実行可能パート情報作成機能により、ダンス可能パート配列情報が作成される。

【0059】そして、ロボット装置10aは、ステップS4において、他のロボット装置が存在するか否かの判別をする。すなわち、協調動作する可能性のあるロボット装置が周囲に存在しているか否かの判別を行う。他のロボット装置が存在するか否かの判別は、通信部21若しくは外部環境データベース17₁に蓄積されているデータにより、他のロボット装置の存在を判断する。

【0060】ロボット装置10aは、他のロボット装置が存在している場合には、ステップS5において、自身のダンス可能パート配列情報を通信部21により他のロ

ボット装置にブロードキャストする。

【0061】そして、ロボット装置10aは、ステップS6において、ダンスパートの決定を行う。ダンスパート決定の処理については、図4に示しており、後で詳述する。ロボット装置10aは、ダンスパートの決定後、ステップS7において、ダンスモーションを実行する。一方、ステップS4において他のロボット装置が存在しない場合においても、ロボット装置10aは、このステップS7において、ダンスモーションを実行する。

【0062】また、ステップS3において実行可能なパートがないと判断した場合には、ロボット装置10aは、ステップS8において、代替えモーションを作成して、このステップS7において、その作成した代替えモーションによるダンスモーションの実行をする。代替えモーションの作成は、予め登録されている基本的な動作（モーションプリミティブ）から、ダンス周期の合うものを探し、周期的な動作を作成することにより行う。例えば、ダンス周期については、MIDI信号を参照し、このMIDI信号に基づいて、代替えモーションを作成するようにする。

【0063】また、ロボット装置10aは、ダンスモーション実行時において、ステップS9において、転倒検出を判別する。ロボット装置10aは、転倒検出がある場合、ステップS11において、ダンスモードから転倒復帰のモードに変更して、転倒復帰の動作を出現させる。そして、ロボット装置10aは、転倒を復帰した後、ダンスが終了しているか否かを判別する。例えば、転倒復帰には時間を要する場合があるからであり、転倒復帰した際に既にダンスが終了している場合も考えられるから、このような判別が必要になる。

【0064】ステップS10において、ダンスが終了していない場合には、ロボット装置10aは、ステップS7において再びダンスモーションを実行する。また、ダンスが終了している場合には、ロボット装置10aは、ダンスモードの処理を終了する。

【0065】このように、ロボット装置は、ダンス信号に基づいてダンスモーションについての処理を行う。図4には、上述のステップS6におけるダンスパート決定のための処理手順を示している。

【0066】図4に示すように、ロボット装置10aは、ステップS21における他のロボット装置からのブロードキャストを待ち処理と、ステップS22における他のロボット装置からのブロードキャスト受信の判別処理により、他のロボット装置（将来において協調動作をする各ロボット装置）からのブロードキャストの待機状態に入る。ブロードキャストがあった場合、ロボット装置10aは、ステップS23に進み、受信したデータをデータベース17に登録する。ここで、ブロードキャストによって受信されるデータは、ロボット装置毎のダンス可能パート配列情報である。

【0067】そして、データベースには、受信したダンス可能パート配列情報が記憶される。すなわち例えば、データベースには、受信したダンス可能パート配列情報として、あるロボット装置（ロボット装置1）からのダンス可能パート配列[3, N, 1, ...]が記述され、また、あるロボット装置（ロボット装置2）からのダンス可能パート配列[1, 2, N, ...]が記述され、また、あるロボット装置（ロボット装置3）からのダンス可能パート配列[2, N, 5, ...]が記述され、また、あるロボット装置（ロボット装置M）からのダンス可能パート配列[5, 8, 2, ...]が記述される。

【0068】そして、ロボット装置10aは、ステップS24において、応答があったロボット装置の台数と、自身を含めた自己が認識しているロボット装置の台数とを比較する。例えば、全体のロボット装置の台数と、回答数（応答数）に1を加算して値とが一致するか否かを判別する。

【0069】ロボット装置10aは、このような判別により、全てのロボット装置からの応答があれば、ステップS25に進み、他の全てのロボット装置からの応答がない場合、ステップS21に進み応答待ち状態に入る。ここで、例えば、ステップS24において、全てのロボット装置からの応答がない場合には、ステップS24からステップS25に進むことができない。このようなことに対応して、ロボット装置10aは、所定の時間内にステップS24において全てのロボット装置からの応答がないとされた場合、自動的にステップS25に進むようにする。

【0070】ステップS25では、ロボット装置10aは、自分がリーダーか否かを判別する。自分がリーダーである場合、ロボット装置10aは、ステップS26に進み、自分がリーダーでない場合には、ステップS28に進む。ステップS26以降の処理については、リーダーのロボット装置が行う処理になり、ステップS28以降の処理については、いわゆるスレーブのロボット装置が行う処理になる。

【0071】ステップS26では、リーダーの場合のロボット装置10aが、ダンスパートの割り振り決定をする。ダンスパートの割り振りは、データベース17の蓄積されていた各ロボット装置（スレーブの各ロボット装置）から送信されてきたダンス可能パート配列情報によって決定する。このダンス可能パート配列情報は、ステップS23において各ロボット装置から送信されたデータである。

【0072】リーダーとされたロボット装置10aは、このデータベース17に蓄積されたダンス可能パート配列を用いて、各ロボット装置のダンスパートの割り振りを行う。例えば、ダンスパートの割り振りは、評価関数等を用いて行う。これにより、容易に各ロボット装置のダ

ンスパートの決定をすることができる。例えば、(1)式に示すような評価関数を用いて決定をする。

$$E = \sum_{k=1}^N F_k(R)$$

ここで、 $F(R)$ は、 R 番目の候補で決定した場合の評価値である。1番目、2番目、3番目、・・・の評価関数については、 $F(1)=10$ 、 $F(2)=5$ 、 F

$(3)=2$ 、・・・等として得られるようになる。そして、評価関数 E を用いて、評価関数 E が最大にする $F_k(R)$ の組を各ロボット装置に最適なダンスパートとして求めれば良い。

【0074】リーダのロボット装置は、このようにダンスパートを決定して、ステップS27において、各ロボット装置に担当するダンスパート(担当パート情報)をブロードキャストによって知らせる。そして、リーダのロボット装置は、図3に示すステップS7において、担当パート情報に基づいてダンス信号から自己のモーション情報を選択して、ダンスモーションの実行をする。

【0075】一方、ステップS25において自分がリーダでないとされた場合のステップS28及びステップS29において、ロボット装置(スレーブとされたロボット装置)10aは、リーダのロボット装置からのブロードキャストを待ち処理と、ブロードキャスト受信の判別処理により、リーダのロボット装置からのブロードキャストの待機状態に入る。そして、ロボット装置は、リーダのロボット装置からのブロードキャストがあった場合、図3に示すステップS7において、ブロードキャストにより得た担当パート情報に基づいてダンス信号から自己のモーション情報を選択して、ダンスモーションの実行をする。

【0076】以上のような図3及び図4に示した処理手順により、ロボット装置は、担当するパートが決定されて、担当する各パートについてのダンスモーションを実行することができるようになる。

【0077】実際には、ダンスモーションは、音楽データに付加されている付加情報或いは補助情報に同期して実行される。すなわち、上述したような各ロボット装置におけるパートの決定や決定されたパートに基づくダンス信号からのモーション情報の選択は、実際のダンスの実行前においてなされる処理である。

【0078】例えば、音楽データフォーマットには、図5に示すように、音楽データ D_{1n} に付加情報或いは補助情報 D_{2n} が付加されているものがある。例えば、上述したMIDI信号は、このような音楽データフォーマットにおける補助情報 D_{2n} に対応される。各ロボット装置は、このように音楽データ D_{1n} に付加されている補助情報 D_{2n} に同期をとり、各パートのモーション情報に基づいてダンスモーションを再生する。

【0079】そして、各ロボット装置は、このような動

【0073】

【数1】

・・・(1)

作を、実際のダンス実行前に得たモーション情報をモーションコントローラ15により保持し、後に検出される補助情報 D_{2n} に同期してモーション情報に基づいて駆動部16を制御している。看者は、このような各ロボット装置による動作を、各ロボット装置が音楽データに合わせて協調動作しているものとして鑑賞することができる。

【0080】なお、上述したような音楽データに付加されている補助情報(MIDI信号等)等に基づいて動作する技術については、特許2725528号として開示されている演奏玩具装置の技術がある。

【0081】以上のように、本発明が適用されたロボット装置は、他のロボット装置との通信手段等を用いて、その場に設置されたロボット装置の台数とその運動性能等の状況を把握し、各ロボット装置がその場の状況に応じた動作を選択することができる。これにより、ロボット装置は、複数のロボット装置による協調動作が可能になり協調ダンスなどの複数のロボット装置によるエンターテインメント性の高い動作を実現することができる。

【0082】また、その種類や台数が増える等の協調動作を実行環境が複雑になっても、適切な設定を自動的に行うようになる。これにより、協調動作を実行環境の変化に応じた使用者による操作は何ら必要なくなる。

【0083】また、ダンスモーションは、使用者が事前に設定し割り当てたものではないので、看者にとって常に新鮮なモーションの再生が実現できるようになる。

【0084】なお、上述の実施の形態では、二足歩行のロボット装置や四足歩行のロボット装置を例に挙げて説明した。しかし、これに限定されないことはいうまでもない。すなわち例えば、外観形状が他の構成とされており、駆動部材についても他の形状とされるようなロボット装置についても本発明を適用できる。これにより、協調動作を実現するための構成を共通部分として備えるだけで、多種のロボット装置による協調動作が可能になる。

【0085】例えば、ロボット装置においては、各構成部がユニット構造とされて他の構造(機能)からなるユニットに交換可能とされているものもある。このような場合、そのようにユニットが交換されたロボット装置が自己がユニット交換された情報を保持することができれば、その情報に応じて最適なパートの選択をすることができるようになる。

【0086】また、上述の実施の形態で説明したように、リーダ(或いはマスター)のロボット装置が各パートを決定して、スレーブの各ロボット装置に、その決定

したパートの情報を出力している。ここで、複数のロボット装置の中からリーダを決定することが必要になる。例えば、リーダを決定する手法としては、リーダとなるべきロボット装置の優先順位からなるデータ（例えば、リーダ選択用データ）をそれぞれのロボット装置が保持しており（例えば、データベースとして記憶手段に記憶しており）、このリーダ選択用データに基づいて各ロボット装置がリーダを認識するようにする。例えば、通信や外部検出（カメラや音声等の入力）により把握される他のロボット装置の種類から、リーダ選択用データを参照して、リーダを選択するようにする。或いは、所定のタイミングにより使用者からのインタラクションがあったロボット装置をリーダにするようにする。例えば、使用者によって頭を叩かれたことを検出したロボット装置をリーダに決定するようにである。

【0087】また、上述の実施の形態では、協調動作をしている際の割り込み処理として転送検出した場合の転倒復帰動作を挙げている。しかし、これに限定されるものではなく、他の処理を割り込み処理にすることもできる。例えば、使用者からの命令があった場合には、その命令を実行する処理を割り込み処理とすることもできる。さらに、このように、割り込み処理する場合には、協調動作とそのような割り込み処理との優先度を比較することにより、協調動作よりも、検出した割り込み処理の優先度が高いような場合にのみ、当該割り込み処理を実行するようにすることもできる。

【0088】また、上述の実施の形態で説明したようなロボット装置の動作制御については、単独で提供可能とされるプログラムや記録媒体に記録されたプログラムによって実現することもできる。

【0089】また、以下に、動物型ロボット装置（四足歩行型ロボット装置）と人間型ロボット装置（二足歩行ロボット装置）の具体的な構成について説明を付け加えておく。

【0090】動物型ロボット装置は、図6に示すように、「犬」等の動物を模した形状のいわゆるペット型ロボットとされ、胴体部ユニット102の前後左右にそれぞれ脚部ユニット103A、103B、103C、103Dが連結されると共に、胴体部ユニット102の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット104及び尻尾部ユニット105が連結されて構成されている。

【0091】胴体部ユニット102には、図7に示すように、CPU（Central Processing Unit）110、DRAM（Dynamic Random Access Memory）111、フラッシュROM（Read Only Memory）112、PC（Personal Computer）カードインターフェース回路113及び信号処理回路114が内部バス115を介して相互に接続されることにより形成されたコントロール部116と、この動物型ロボット装置100の動力源としてのバッテリー117とが収納されている。また、胴体部ユニッ

ト102には、動物型ロボット装置100の向きや動きの加速度を検出するための角速度センサ118及び加速度センサ119なども収納されている。

【0092】また、頭部ユニット104には、外部の状況を撮像するためのCCD（Charge Coupled Device）カメラ120と、使用者からの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出するためのタッチセンサ121と、前方に位置する物体までの距離を測定するための距離センサ122と、外部音を集音するためのマイクロホン123と、鳴き声等の音声出力するためのスピーカ124と、動物型ロボット装置100の「目」に相当するLED（Light Emitting Diode）（図示せず）となどがそれぞれ所定位置に配置されている。

【0093】さらに、各脚部ユニット103A～103Dの関節部分や各脚部ユニット103A～103D及び胴体部ユニット102の各連結部分、頭部ユニット104及び胴体部ユニット102の連結部分、並びに尻尾部ユニット105の尻尾105Aの連結部分などにはそれぞれ自由度数分のアクチュエータ125₁～125_n及びポテンシオメータ126₁～126_nが配設されている。例えば、アクチュエータ125₁～125_nはサーボモータを構成として有している。サーボモータの駆動により、脚部ユニット103A～103Dが制御されて、目標の姿勢或いは動作に移移する。

【0094】そして、これら角速度センサ118、加速度センサ119、タッチセンサ121、距離センサ122、マイクロホン123、スピーカ124及び各ポテンシオメータ126₁～126_nなどの各種センサ並びにLED及び各アクチュエータ125₁～125_nは、それぞれ対応するハブ127₁～127_nを介してコントロール部116の信号処理回路114と接続され、CCDカメラ120及びバッテリー117は、それぞれ信号処理回路114と直接接続されている。

【0095】信号処理回路114は、上述の各センサから供給されるセンサデータや画像データ及び音声データを順次取り込み、これらをそれぞれ内部バス115を介してDRAM111内の所定位置に順次格納する。また信号処理回路114は、これと共にバッテリー117から供給されるバッテリー残量を表すバッテリー残量データを順次取り込み、これをDRAM111内の所定位置に格納する。

【0096】このようにしてDRAM111に格納された各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリー残量データは、この後CPU110がこの動物型ロボット装置100の動作制御を行う際に利用される。

【0097】實際上CPU110は、動物型ロボット装置100の電源が投入された初期時、胴体部ユニット102の図示しないPCカードスロットに装填されたメモリカード128又はフラッシュROM112に格納され

た制御プログラムをPCカードインターフェース回路113を介して又は直接読み出し、これをDRAM111に格納する。

【0098】また、CPU110は、この後上述のように信号処理回路114よりDRAM111に順次格納される各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリー残量データに基づいて自己及び周囲の状況や、使用者からの指示及び働きかけの有無などを判断する。

【0099】さらに、CPU110は、この判断結果及びDRAM111に格納した制御プログラムに基づいて続く行動を決定すると共に、当該決定結果に基づいて必要なアクチュエータ125₁～125_nを駆動させることにより、頭部ユニット104を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット105の尻尾105Aを動かさせたり、各脚部ユニット103A～103Dを駆動させて歩行させるなどの行動を行わせる。

【0100】また、この際CPU110は、必要に応じて音声データを生成し、これを信号処理回路114を介して音声信号としてスピーカ124に与えることにより当該音声信号に基づく音声を外部に出力させたり、上述のLEDを点灯、消灯又は点滅させる。

【0101】このように動物型ロボット装置100においては、自己及び周囲の状況や、使用者からの指示及び働きかけに応じて自律的に行動し得るようになされている。このように、動物型ロボット装置100は、独自の構成を有しており、さらに、上述したような協調動作のための構成を有することで、独自に構成されている駆動部を制御して、他のロボット装置に協調した動作を出現させることができる。

【0102】次に人間型ロボット装置について説明する。図8及び図9には、人間型ロボット装置200の前方及び後方の各々から眺望した外観を示している。さらに、図10には、この人間型ロボット装置200が具備する関節自由度構成を模式的に示している。

【0103】図10に示すように、人間型ロボット装置200は、2本の腕部と頭部201を含む上肢と、移動動作を実現する2本の脚部からなる下肢と、上肢と下肢とを連結する体幹部とで構成される。

【0104】頭部201を支持する首関節は、首関節ヨー軸202と、各関節ピッチ軸203と、首関節ロール軸204という3自由度を有している。

【0105】また、各腕節は、肩関節ピッチ軸208と、肩関節ロール軸209と、上腕ヨー軸210と、肘関節ピッチ軸211と、前腕ヨー軸212と、手首関節ピッチ軸213と、手首関節ロール軸214と、手部215とで構成される。手部215は、実際には、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体である。但し、手部215の動作は人間型ロボット装置200の姿勢制御や歩行制御に対する寄与や影響が少ないので、本明細書ではゼロ自由度と仮定する。したがって、各腕部は7自由

度を有するとする。

【0106】また、体幹部は、体幹ピッチ軸205と、体幹ロール軸206と、体幹ヨー軸207という3自由度を有する。

【0107】また、下肢を構成する各々の脚部は、股関節ヨー軸216と、股関節ピッチ軸217と、股関節ロール軸218と、膝関節ピッチ軸219と、足首関節ピッチ軸220と、足首関節ロール軸221と、足部222とで構成される。本明細書中では、股関節ピッチ軸217と股関節ロール軸218の交点は、人間型ロボット装置200の股関節位置を定義する。人体の足部22は実際には多関節・多自由度の足底を含んだ構造体であるが、人間型ロボット装置200の足底はゼロ自由度とする。したがって、各脚部は6自由度で構成される。

【0108】以上を総括すれば、人間型ロボット装置200全体としては、合計で $3+7\times 2+3+6\times 2=32$ 自由度を有することになる。但し、エンターテインメント向けの人間型ロボット装置200が必ずしも32自由度に限定される訳ではない。

【0109】上述したような人間型ロボット装置200が持つ各自由度は、実際にはアクチュエータを用いて実装される。外観上で余分な膨らみを排してヒトの自然体形状に近似させること、2足歩行という不安定構造体に対して姿勢制御を行うことなどの要請から、アクチュエータは小型且つ軽量であることが好ましい。

【0110】図11には、人間型ロボット装置200の制御システム構成を模式的に示している。同図に示すように、人間型ロボット装置200は、ヒトの四肢を表現した各機構ユニット230、240、250R/L、260R/Lと、各機構ユニット間の協調動作を実現するための適応制御を行う制御ユニット280とで構成される（但し、R及びLの各々は、右及び左の各々を示す接尾辞である。以下同様）。

【0111】人間型ロボット装置200全体の動作は、制御ユニット280によって統括的に制御される。制御ユニット280は、CPU（Central Processing Unit）やメモリ等の主要回路コンポーネント（図示しない）で構成される主制御部281と、電源回路や人間型ロボット装置200の各構成要素とのデータやコマンドの授受を行うインターフェース（いずれも図示しない）などを含んだ周辺回路282とで構成される。

【0112】この制御ユニット280の設置場所は特に限定されない。図11では体幹部ユニット240に搭載されているが、頭部ユニット230に搭載してもよい。或いは、人間型ロボット装置200外に制御ユニット280を配備して、人間型ロボット装置200の機体とは有線若しくは無線で交信するようにしてもよい。

【0113】図10に示した人間型ロボット装置200内の各関節自由度は、それぞれに対応するアクチュエータによって実現される。すなわち、頭部ユニット230

には、首関節ヨー軸202、首関節ピッチ軸203、首関節ロール軸204の各々を表現する首関節ヨー軸アクチュエータA₂、首関節ピッチ軸アクチュエータA₃、首関節ロール軸アクチュエータA₄が配設されている。

【0114】また、体幹部ユニット240には、体幹ピッチ軸205、体幹ロール軸206、体幹ヨー軸207の各々を表現する体幹ピッチ軸アクチュエータA₅、体幹ロール軸アクチュエータA₆、体幹ヨー軸アクチュエータA₇が配設されている。

【0115】また、腕部ユニット250R/Lは、上腕ユニット251R/Lと、肘関節ユニット252R/Lと、前腕ユニット253R/Lに細分化されるが、肩関節ピッチ軸8、肩関節ロール軸209、上腕ヨー軸210、肘関節ピッチ軸211、肘関節ロール軸212、手首関節ピッチ軸213、手首関節ロール軸214の各々を表現する肩関節ピッチ軸アクチュエータA₈、肩関節ロール軸アクチュエータA₉、上腕ヨー軸アクチュエータA₁₀、肘関節ピッチ軸アクチュエータA₁₁、肘関節ロール軸アクチュエータA₁₂、手首関節ピッチ軸アクチュエータA₁₃、手首関節ロール軸アクチュエータA₁₄が配備されている。

【0116】また、脚部ユニット260R/Lは、大腿部ユニット261R/Lと、膝部ユニット262R/Lと、脛部ユニット263R/Lに細分化されるが、股関節ヨー軸216、股関節ピッチ軸217、股関節ロール軸218、膝関節ピッチ軸219、足首関節ピッチ軸220、足首関節ロール軸221の各々を表現する股関節ヨー軸アクチュエータA₁₆、股関節ピッチ軸アクチュエータA₁₇、股関節ロール軸アクチュエータA₁₈、膝関節ピッチ軸アクチュエータA₁₉、足首関節ピッチ軸アクチュエータA₂₀、足首関節ロール軸アクチュエータA₂₁が配備されている。

【0117】頭部ユニット230、体幹部ユニット240、腕部ユニット250、各脚部ユニット60などの各機構ユニット毎に、アクチュエータ駆動制御部の副制御部2235、245、255、265が配備されている。さらに、各脚部260R、Lの足底が着床したか否かを検出する接地確認センサ291及び292を装着するとともに、体幹部ユニット240内には、姿勢を計測する姿勢センサ293を装備している。

【0118】接地確認センサ291及び292は、例えば足底に設置された近接センサ又はマイクロ・スイッチなどで構成される。また、姿勢センサ293は、例えば、加速度センサとジャイロ・センサの組み合わせによって構成される。

【0119】接地確認センサ291及び292の出力によって、歩行・走行などの動作期間中において、左右の各脚部が現在立脚又は遊脚いずれの状態であるかを判別することができる。また、姿勢センサ293の出力により、体幹部分の傾きや姿勢を検出することができる。

【0120】主制御部280は、各センサ291～293の出力に応答して制御目標をダイナミックに補正することができる。より具体的には、副制御部235、245、255、265の各々に対して適応的な制御を行い、人間型ロボット装置200の上肢、体幹、及び下肢が協調して駆動する全身運動パターンを実現することができる。

【0121】人間型ロボット装置200の機体上での全身運動は、足部運動、ZMP (ZeroMoment Point) 軌道、体幹運動、上肢運動、腰部高さなどを設定するとともに、これらの設定内容に従った動作を指示するコマンドを各副制御部235、245、255、265に転送する。そして、各々の副制御部235、245、・・・等では、主制御部281からの受信コマンドを解釈して、各アクチュエータA₂、A₃・・・等に対して駆動制御信号を出力する。ここで言う「ZMP」とは、歩行中の床反力によるモーメントがゼロとなる床面上の点のことであり、また、「ZMP軌道」とは、例えば人間型ロボット装置200の歩行動作期間中にZMPが動く軌跡を意味する。

【0122】歩行時には、重力と歩行運動に伴って生じる加速度によって、歩行系から路面には重力と慣性力、並びにこれらのモーメントが作用する。いわゆる「ダランベールの原理」によると、それらは路面から歩行系への反作用としての床反力、床反力モーメントとバランスする。力学的推論の帰結として、足底接地点と路面の形成する支持多角形の辺上或いはその内側にピッチ及びロール軸モーメントがゼロとなる点、すなわち「ZMP (Zero Moment Point)」が存在する。

【0123】脚式移動ロボットの姿勢安定制御や歩行時の転倒防止に関する提案の多くは、このZMPを歩行の安定度判別の規範として用いたものである。ZMP規範に基づく二足歩行パターン生成は、足底着地点を予め設定することができ、路面形状に応じた足先の運動学的拘束条件を考慮し易いなどの利点がある。また、ZMPを安定度判別規範とすることは、力ではなく軌道を運動制御上の目標値として扱うことを意味するので、技術的に実現可能性が高まる。なお、ZMPの概念並びにZMPを歩行ロボットの安定度判別規範に適用する点については、Miomir Vukobratovic著“LEGGED LOCOMOTION ROBOT S”（加藤一郎外著『歩行ロボットと人工の足』（日刊工業新聞社））に記載されている。

【0124】一般には、4足歩行よりもヒューマノイドのような二足歩行のロボットの方が、重心位置が高く、且つ、歩行時のZMP安定領域が狭い。したがって、このような路面状態の変化に伴う姿勢変動の問題は、二足歩行ロボットにおいてとりわけ重要となる。

【0125】以上のように、人間型ロボット装置200は、各々の副制御部235、245、・・・等が、主制御部281からの受信コマンドを解釈して、各アクチュ

エータ A_2 、 A_3 、・・・に対して駆動制御信号を出力し、各ユニットの駆動を制御している。これにより、人間型ロボット装置200は、安定した姿勢で歩行することが可能とされている。このように、人間型ロボット装置200は、独自の構成を有しており、さらに、上述したような協調動作のための構成を有することで、独自に構成されている駆動部を制御して、他のロボット装置としての動物型ロボット装置100に協調した動作を出現させることができる。

【0126】

【発明の効果】本発明に係るロボット装置は、駆動部材と、通信手段と、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信手段と、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段と、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御手段とを備えることにより、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信手段により受信し、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報をパート動作情報抽出手段により抽出し、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を動作制御手段により制御することができる。これにより、ロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させることができる。

【0127】また、本発明に係るロボット装置の動作制御方法は、ロボット装置により、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、受信工程にて受信した多重化動作情報からロボット装置が自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいてロボット装置の駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とを有することにより、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、ロボット装置に動作を出現させることができる。

【0128】また、本発明に係るプログラムは、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を受信する受信工程と、受信工程にて受信した上記多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とをロボット装置に実行させるものであり、このようなプログラムにより動作を制御するロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させることができる。

【0129】また、本発明に係る記録媒体は、通信手段を介して複数のパート動作情報からなる多重化動作情報

を受信する受信工程と、受信工程にて受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出工程と、パート動作情報抽出工程にて抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御工程とをロボット装置に実行させるプログラムが記録されており、このような記録媒体に記録されたプログラムにより動作を制御するロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させることができる。

【0130】また、本発明に係るロボット装置の制御システムは、複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を放送する放送手段を備える。また、ロボット装置の制御システムは、駆動部材と、通信手段と、通信手段を介して多重化動作情報を受信する受信手段と、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報を抽出するパート動作情報抽出手段と、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御する動作制御手段とを備える複数のロボット装置を備える。

【0131】このような構成を備えるロボット装置の制御システムは、複数のパート動作情報からなる多重化動作情報を放送手段により放送し、ロボット装置が、通信手段を介して多重化動作情報を受信手段により受信し、受信手段が受信した多重化動作情報から自己のパート動作情報をパート動作情報抽出手段により抽出し、パート動作情報抽出手段が抽出したパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を動作制御手段により制御することができる。これにより、ロボット装置は、多重化動作情報の内の自己のパート動作情報に基づいて駆動部材の駆動を制御して、動作を出現させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るロボット装置の協調動作を実行するための構成を示すブロック図である。

【図2】協調動作のための各ロボット装置が受信するダンス信号の構成を示す図である。

【図3】ダンス信号に基づいてダンスモーションを実行するまでの一連の処理工程を示すフローチャートである。

【図4】図3のフローチャートにおけるダンスパート決定の詳細な処理工程を示すフローチャートである。

【図5】各ロボット装置が協調動作に使用する音楽データの属性情報を示す図である。

【図6】動物型ロボット装置の外観構成を示す斜視図である。

【図7】動物型ロボット装置の内部回路構成等を示すブロック図である。

【図8】前方から眺望した人間型ロボット装置の構成を示す斜視図である。

【図9】後方から眺望した人間型ロボット装置の構成を示す斜視図である。

【図10】人間型ロボット装置の各動作部の連結状態を示す図である。

【図11】人間型ロボット装置の駆動系を示す図である。

【図12】二足歩行のロボット装置の構成例を示す図である。

【図13】四足歩行のロボット装置の構成例を示す図である。

【図14】二足歩行のロボット装置によるダンスの一場面を示す図である。

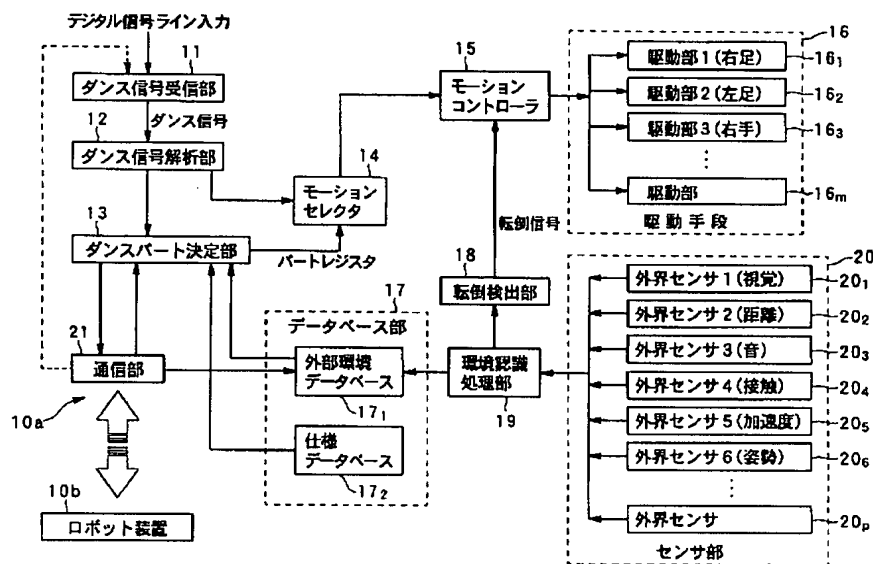
【図15】二足歩行のロボット装置によるダンスの他の

一場面を示す図である。

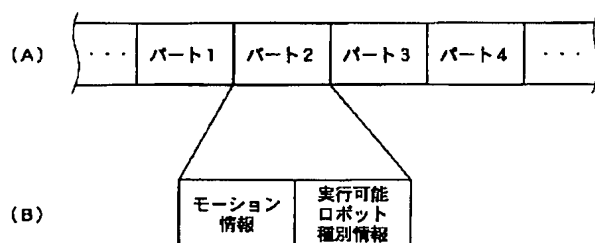
【符号の説明】

10a、10b ロボット装置、11 ダンス信号受信部、12 ダンス信号解析部、13 ダンスパート決定部、14 モーションセレクト、15 モーションコントローラ、16 駆動手段、17 データベース部、17₁ 外部環境データベース、17₂ 仕様データベース、18 転倒検出部、19 環境認識処理部、20 センサ部、21 通信部、100 動物型ロボット装置、200 人間型ロボット装置

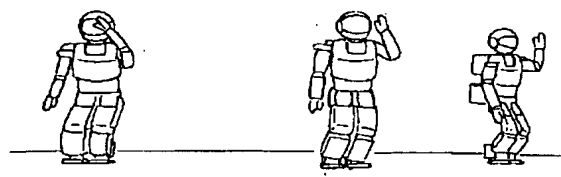
【図1】



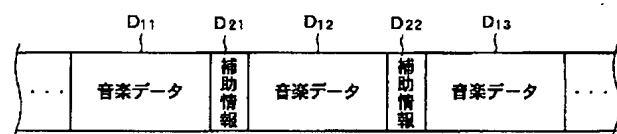
【図2】



【図14】



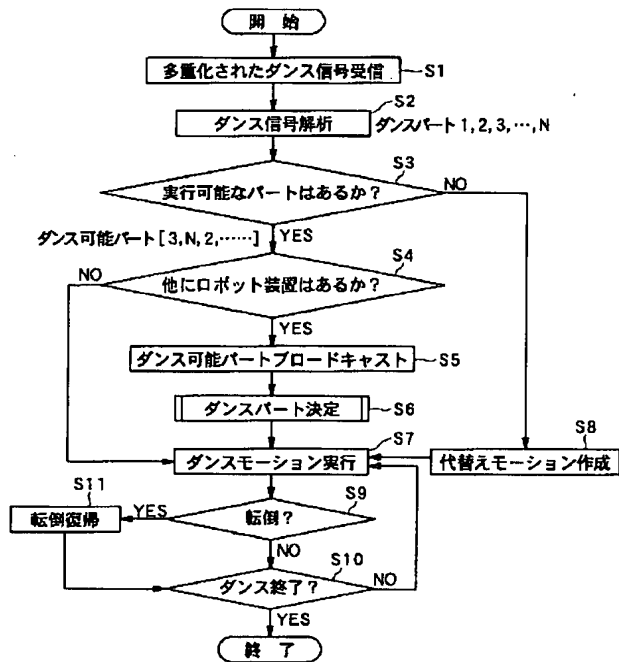
【図5】



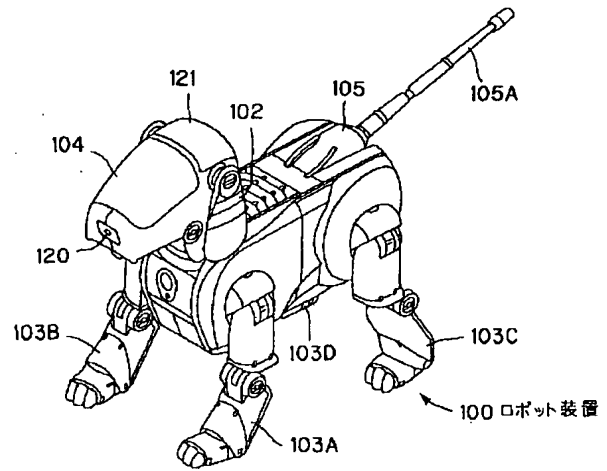
【図15】



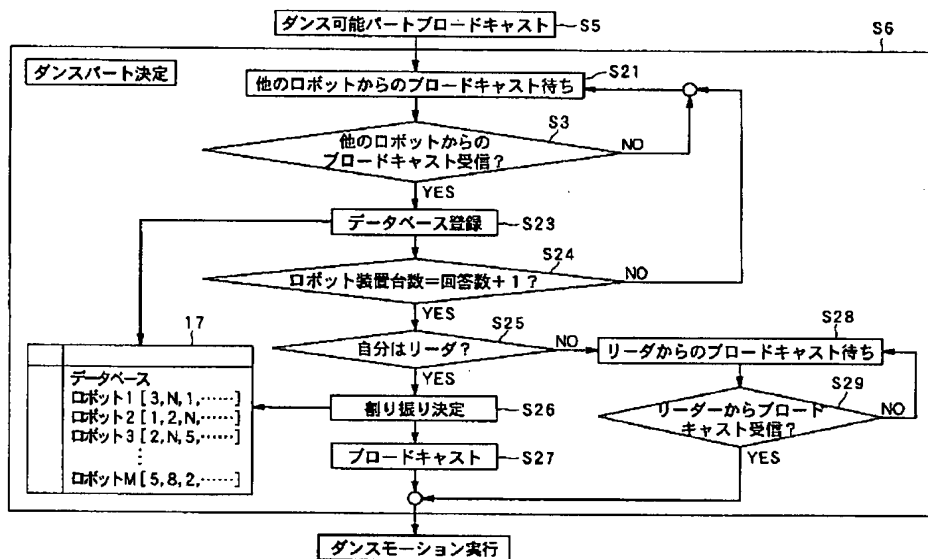
【図3】



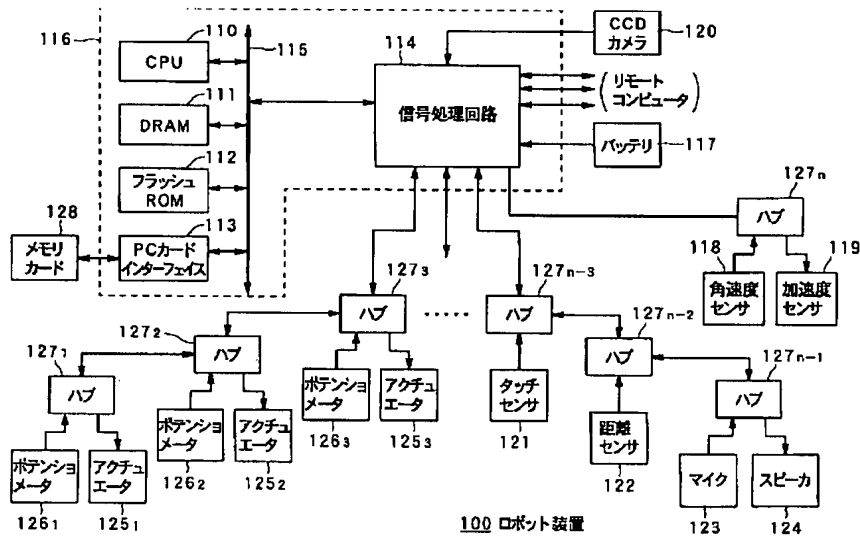
【図6】



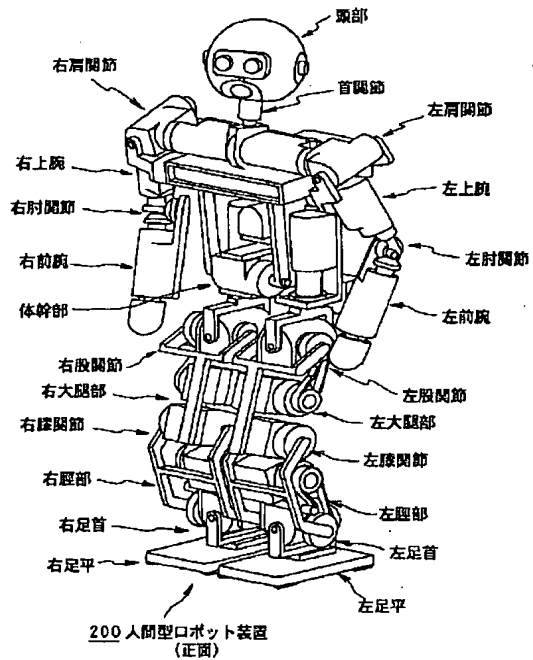
【図4】



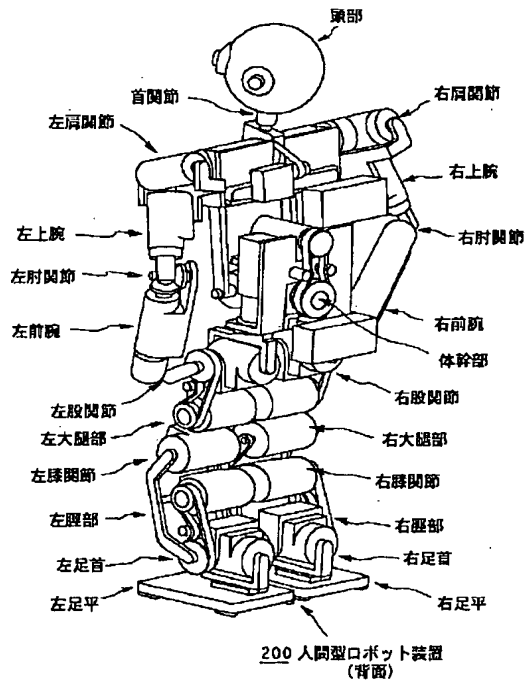
【図7】



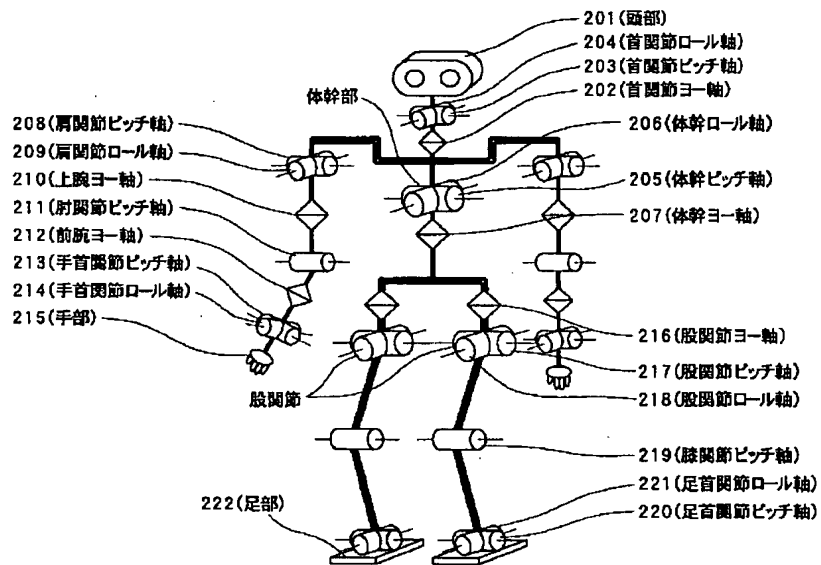
【図8】



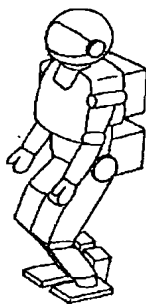
【図9】



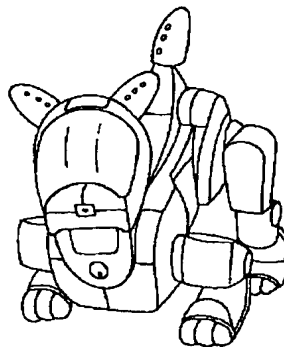
【図10】



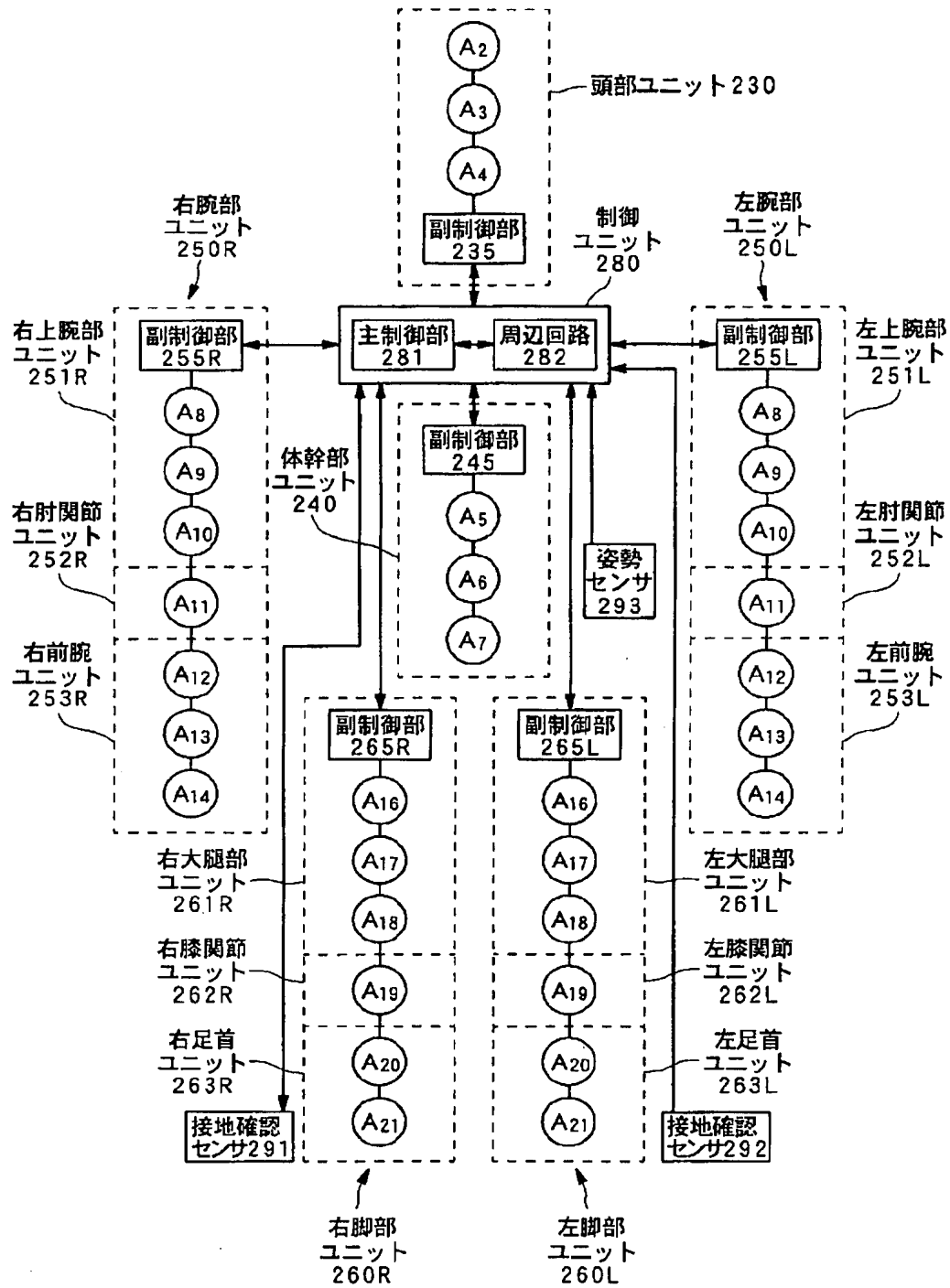
【図12】



【図13】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 花形 理
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 横野 順
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 加藤 恵輔
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
Fターム(参考) 3C007 AS00 AS36 BS13 BS27 CS08
CY02 HS27 JS02 JS07 KS20
KS23 KS31 KS36 KS39 KT02
LV01 LV05 LV11 MT14 WA03
WA04 WA13 WA14 WB07 WB16
WB25 WC10
5D378 MM98 QQ30